

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE MOBIL KIMIA DENGAN SUMBER ENERGI H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

**Arif Gunawan<sup>1</sup>, Kenny Ramis<sup>1</sup>, Muslimin<sup>1</sup>, Nisa Finidhama P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof.Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI  
Depok 16425

<sup>2</sup> PT. Badak LNG, 75324, Kota Bontang, Kalimantan Timur.

Email: [kennyramis16@gmail.com](mailto:kennyramis16@gmail.com); [muslimin@mesin.pnj.ac.id](mailto:muslimin@mesin.pnj.ac.id)

**Abstrak**

Sumber-sumber energi alternatif perlu dikembangkan karena ketersediaan bahan bakar fosil yang terbatas. Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah energi kimia. Energi kimia adalah energi yang dihasilkan dari reaksi kimia. Tujuan penelitian ini mengembangkan sumber energi dari reaksi kimia hidrogen peroksida yang digunakan untuk menggerakkan prototipe mobil. Hidrogen peroksida didekomposisikan dengan menggunakan katalis berupa besi (III) klorida dan menghasilkan produk berupa air dan oksigen. Gas oksigen hasil reaksi yang ditampung dalam bejana tekan akan digunakan untuk menggerakkan pneumatic cylinder pada prototipe mobil. Volume hidrogen peroksida dalam silinder dievaluasi terhadap jarak tempuh dalam keadaan tanpa beban maupun saat berbeban. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan volume hidrogen peroksida yang dibutuhkan untuk menempuh jarak 25m dalam keadaan mobil tanpa beban adalah 61,64ml. Hasil pada kondisi berbeban sebesar 10% dari massa mobil dibutuhkan 61,7ml dan pada kondisi beban sebesar 20% dari massa mobil dibutuhkan 62,59ml.

**Kata kunci:** prototipe mobil, hidrogen peroksida, besi (III) klorida, dekomposisi.

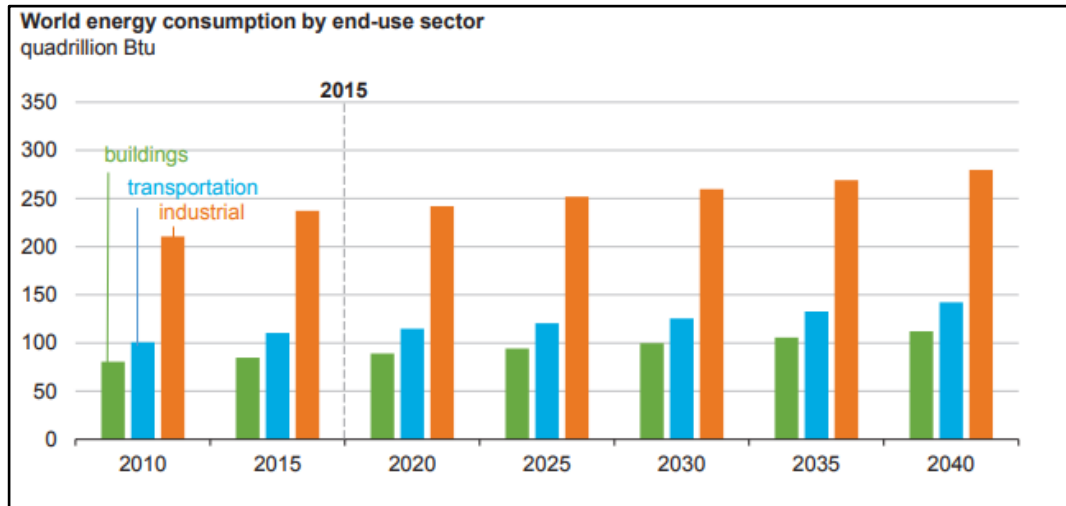
**Abstract**

Alternative sources of energy need to be developed because of limited fossil materials. One of the alternative energy is chemical energy. Chemical energy produced by chemical reactions. This study aims to develop energy from the decomposition of hydrogen peroxide to drive the prototype car. Hydrogen peroxide is decomposed by using a catalyst of iron (III) chloride and producing air and oxygen. The oxygen gas from the reaction collected in the vessel then will be utilized to drive the pneumatic cylinder on the prototype car. The volume of hydrogen peroxide in the cylinder is evaluated against mileage in no-load as well as with-load conditions. The result shows that the volume of hydrogen peroxide required 61,64ml in volume to travel 25m distance of prototype car under no-load condition. Furthermore, to travel the equal distance with 10% and 20% load of prototype car mass, it needs 61,7ml and 62,58ml respectively.

**Keywords:** prototype car, hydrogen peroxide, iron (III) chloride, decomposition.

## I. PENDAHULUAN

Jumlah populasi penduduk dunia yang meningkat dari waktu ke waktu berbanding lurus dengan terus meningkatnya kebutuhan sumber energi. Sektor transportasi merupakan salah satu sektor dengan kebutuhan energi yang besar[1].



Gambar 1. Konsumsi Energi Dunia[1]

Sumber-sumber energi alternatif perlu dikembangkan karena ketersediaan bahan bakar fosil yang terbatas. Ada beberapa energi alternatif untuk bahan bakar kendaraan yang sudah digunakan seperti etanol, biodiesel, gas alam dan listrik[2]. Beberapa sumber energi alternatif tersebut belum dapat menggantikan sumber energi fosil, sehingga masih perlu mencari dan mengembangkan sumber energi alternatif lainnya. Salah satu sumber energi tersebut adalah dari reaksi kimia. Dalam penelitian ini, sumber energi kimia yang berasal dari reaksi dekomposisi hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) dengan katalis besi (III) klorida ( $FeCl_3$ ) dikembangkan. Dalam reaksi ini,  $H_2O_2$  terdekomposisi menjadi  $H_2O$  (Air) dan  $O_2$  (Oksigen) [3]. Oksigen yang dihasilkan disimpan dalam bejana tekan untuk meningkatkan tekanan. Tekanan tersebut akan digunakan untuk menggerakkan prototipe mobil (*Chem-E-Car*) melalui mekanisme perubahan tekanan menjadi gerak translasi pada *pneumatic cylinder*. Prototipe mobil (*Chem-E-Car*) yang dirancang bangun tersebut telah dilombakan pada “Indonesia Chem-E-Car Competition (ICECC) 2018”.

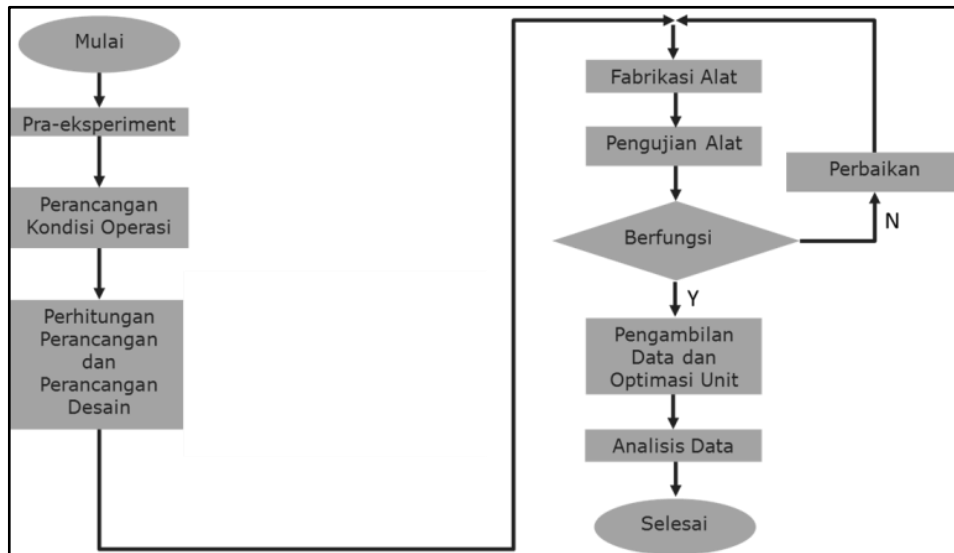
Tujuan riset ini adalah sebagai berikut: membuat rancang bangun prototipe mobil dengan sumber energi reaksi dekomposisi hidrogen peroksida, mengetahui pengaruh variabel volume hidrogen peroksida terhadap jarak tempuh mobil dalam keadaan tanpa beban dan mengetahui pengaruh variabel volume hidrogen peroksida terhadap jarak tempuh mobil dalam keadaan terdapat beban.

## II. METODE PENELITIAN

Pengujian skala lab perlu dilakukan untuk menentukan konsentrasi katalis yang akan digunakan dan mengukur tekanan aktual yang dihasilkan dari proses dekomposisi. Nilai konsentrasi yang akan diuji adalah 0,1M, 0,5M, dan 1M. Perancangan kondisi operasi dilakukan setelah dilakukan analisa data hasil pengujian skala lab.

Desain dan perhitungan komponen mekanikal dilakukan sesuai dengan kebutuhan kondisi operasi. Software Solid Works digunakan dalam proses desain mekanikal ini. Fabrikasi alat kemudian dilakukan di Workshop Maintenance Badak LNG. Setelah semua komponen prototipe mobil selesai difabrikasi dan dirakit, prototipe mobil kemudian akan diuji dengan variabel volume hidrogen peroksida dan massa beban yang dibawa yaitu 10% dan 20% dari massa total prototipe mobil.

Apabila terjadi kegagalan pada proses pengujian alat maka dilakukan perbaikan ataupun modifikasi alat. Apabila prototipe mobil dapat berjalan maka data yang didapatkan akan dianalisis untuk mendapatkan formula banyaknya volume hidrogen peroksida yang dibutuhkan untuk dapat menempuh jarak tertentu. Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Pengerjaan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Reaksi-Reaksi Kimia

Hidrogen peroksida juga dikenal sebagai dihidrogen dioksida, hidrogen dioksida, oksidol dan peroksida dengan rumus kimia  $H_2O_2$ . Hidrogen peroksida adalah zat pengoksidasi yang kuat dan biasa digunakan dalam bentuk larutan sebagai pemutih dan anti-infeksi. Hidrogen peroksida merupakan suatu larutan yang relatif tidak stabil dan terdekomposisi seiring dengan berjalannya waktu. Acetanilide atau bahan organik serupa dapat ditambahkan untuk menstabilkan larutan hidrogen peroksida[7]. Di pasaran, hidrogen peroksida tersedia dalam bentuk aqueous solution yang bersifat sebagai asam lemah, tidak berwarna, tidak berbau dan lebih kental dari air.

Hidrogen peroksida dapat mengalami reaksi dekomposisi sesuai dengan mekanisme[8]:



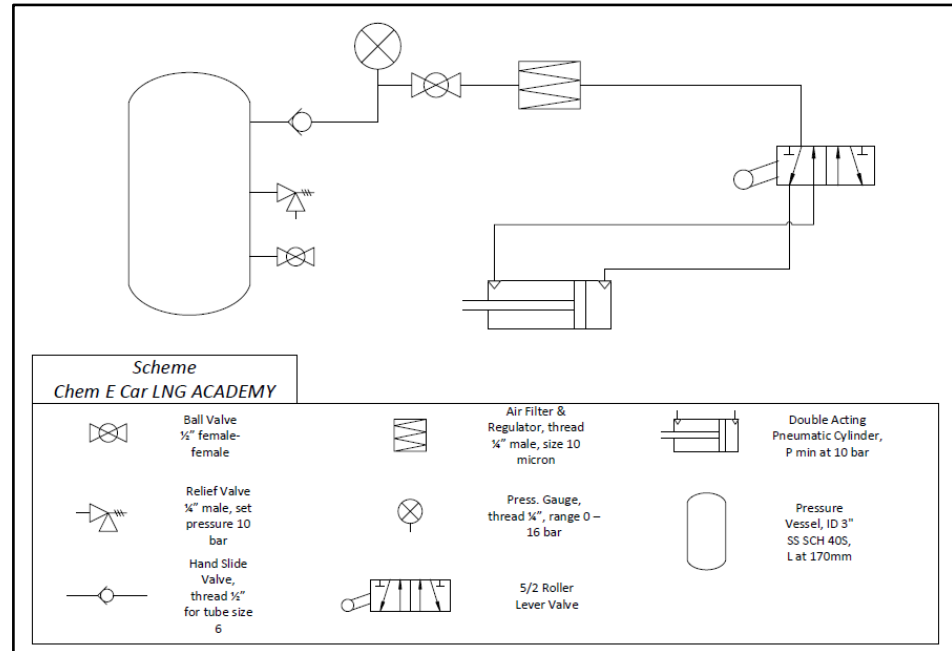
Dari lima variabel volume hidrogen peroksida dan tiga variabel konsentrasi katalis yang digunakan didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Coba

No.	Konsentrasi $FeCl_3$ (M)	Laju Reaksi (M/s)	Rata-rata Waktu Reaksi (s)
1.	0,1	0,13	73,23
2.	0,5	0,24	39,6
3.	1	1,95	5

Dengan mengacu peraturan *Chem-E-Car* yang menyatakan waktu maksimal untuk reaksi adalah satu menit maka penggunaan konsentrasi katalis yang tepat adalah sebesar 0,5M.

### 3.2 Hasil Rancang Bangun



Gambar 3. Skema mekanik mobil

Rancang bangun prototipe mobil dengan sumber energi alternatif (*Chem-E-Car*) ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu vessel, roller valve, pneumatic cylinder, cam, dan shaft. Adapun gambar lengkap dari rancang bangun ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Prototipe Mobil

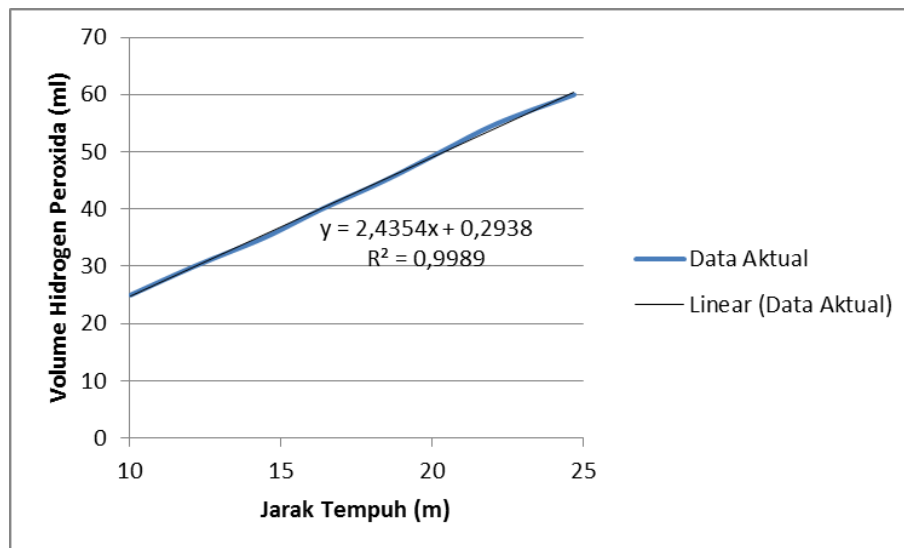
### 3.2 Data dan Analisis Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan variasi volume hidrogen peroksida dan dalam keadaan tanpa beban yang dibawa oleh prototipe mobil. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Tanpa Beban

No.	Volume hidrogen peroksida (ml)	Tekanan yang dihasilkan (bar)	Jarak tempuh (m)
1.	25	3	10,05
2.	30	3,6	12,15
3.	35	4,2	14,46
4.	40	4,8	16,36
5.	45	5,3	18,45
6.	50	6	20,3
7.	55	6,5	22,17
8.	60	7	24,7

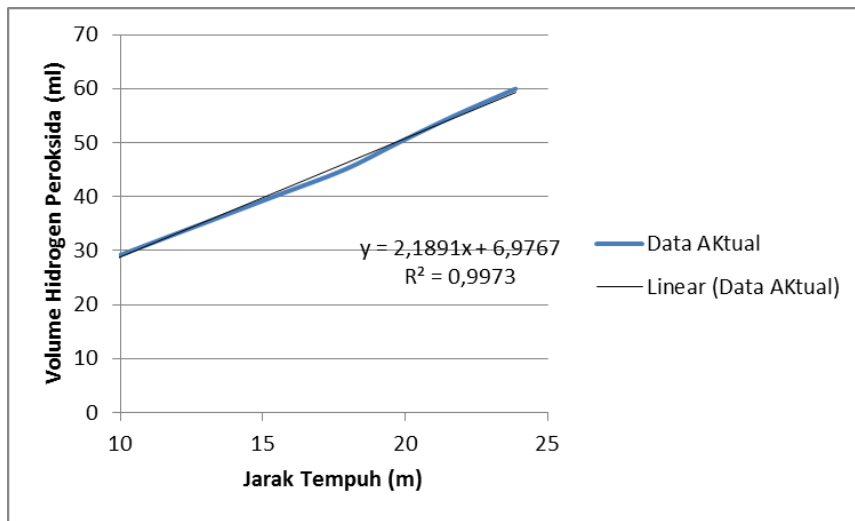
Korelasi volume hidrogen peroksida dengan jarak tempuh prototipe seperti pada Tabel 1 di atas diplot dalam sebuah grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:

Gambar 5. Grafik Kebutuhan  $H_2O_2$  dalam Keadaan Tanpa Beban

Pengujian juga dilakukan dalam keadaan prototipe mobil dengan beban 10% dan 20% berat mobil untuk mengetahui performa dari mobil yang dibuat. Hasil pengujian dengan beban 10% berat mobil ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Beban 10%

No.	Volume hidrogen peroksida (ml)	Tekanan yang dihasilkan (bar)	Jarak tempuh (m)
1.	25	3	7,95
2.	30	3,6	10,39
3.	35	4,2	12,88
4.	40	4,8	15,37
5.	45	5,3	17,86
6.	50	6	20,35
7.	55	6,5	21,73
8.	60	7	23,88

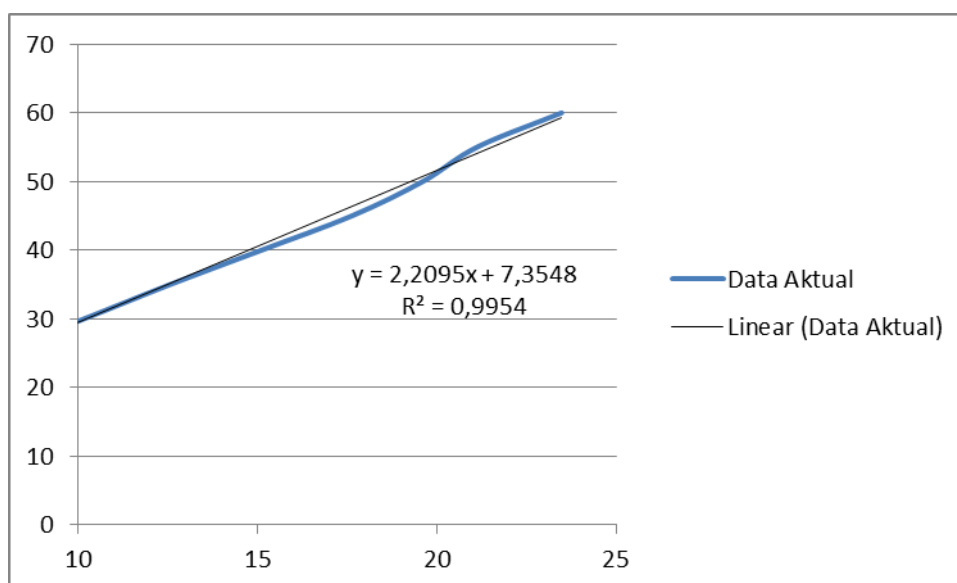


Gambar 6. Grafik Kebutuhan  $H_2O_2$  dalam Keadaan Beban 10%

Hasil pengujian dengan beban 20% berat mobil ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian dengan Beban 20%

No.	Volume hidrogen peroksida (ml)	Tekanan yang dihasilkan (bar)	Jarak tempuh (m)
1.	25	3	7,65
2.	30	3,6	10,15
3.	35	4,2	12,55
4.	40	4,8	15,10
5.	45	5,3	17,62
6.	50	6	19,60
7.	55	6,5	21,11
8.	60	7	23,47



Gambar 7. Grafik Kebutuhan  $H_2O_2$  dalam Keadaan Beban 20%

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan variabel volume hidrogen peroksida dan beban yang dibawa oleh prototipe mobil didapatkan grafik dan formula yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan hidrogen peroksida agar prototipe mobil dapat menempuh jarak tertentu.

Dari data aktual yang ada didapatkan hubungan antara volume hidrogen peroksida dengan jarak tempuh prototipe mobil tidak linier sempurna. Hal tersebut dapat disebabkan karena adanya kesalahan pada saat mengambil larutan hidrogen peroksida sehingga terdapat kemungkinan volume hidrogen peroksida yang dimasukkan ke dalam vessel mobil tidak akurat. Kesalahan dalam melakukan pengukuran jarak tempuh prototipe mobil juga dapat menjadi faktor yang menyebabkan data hubungan antara volume hidrogen peroksida dan jarak tempuh prototipe mobil dari hasil pengujian tidak linier.

#### **IV. Kesimpulan**

- 1) Rancang bangun prototipe mobil dengan sumber energi hidrogen peroksida telah berhasil direalisasikan.
- 2) Volume hidrogen peroksida ( $y$ ) yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tertentu ( $x$ ) dalam keadaan mobil tidak membawa beban dapat diperkirakan dengan formula  $y=2,4354x + 0,2938$ .
- 3) Volume hidrogen peroksida ( $y$ ) yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tertentu ( $x$ ) dalam keadaan mobil membawa beban adalah sebagai berikut:
  - a. Dalam keadaan terdapat beban 10%,  $y=2,1891x + 6,9767$ .
  - b. Dalam keadaan terdapat beban 20%,  $y=2,2095x + 7,3548$ .

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] U. S. E. I. Administration, "International Energy Outlook 2017," ed, 2017.
- [2] EIA. (2017, April 24th, 2018). *Energy Use for Transportation*.
- [3] K. A. Omar, "CATALYTIC DECOMPOSITION OF HYDROGEN PEROXIDE ON MANGANESE DIOXIDE NANOPARTICLES AT DIFFERENT PH VALUES," *IMPACT Journal*, vol. 2, p. 8, 2014.
- [4] T. A. S. o. M. Engineers, "Rules for Construction of Pressure Vessels," in *Division 1*, ed. New York, USA: The American Society of Mechanical Engineers, 2001.
- [5] S. D. Timothy Barnhill, Spencer Faltin, Lauryn Jamison, Christina Papadimitrio, and McCall Rogers, "Design and Construction of a Chemical Engineering (ChemE) Car Using Thermoelectrics," Senior Theses, Chemical Engineering, University of South Carolina, Columbia, 2014.
- [6] A. S. University. (2018, April 24, 2018). *Pressure Car*. Available: <http://chemecar.wikispaces.asu.edu/Pressure+Car>
- [7] N. I. o. Health, "Hydrogen Peroxide," April 21, 2018 ed. pubchem.ncbi.nlm.nih.gov: NIH, 2018.
- [8] R. L. W. D. B. Broughton, M. E. Laing, "Mechanism of Decomposition of Hydrogen Peroxide Solutions with Manganese Dioxide. II," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 69, 1947.
- [9] R. G. P. A. A. Frost, *Kinetics and Mechanism* vol. 2. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1961.
- [10] I. M. Campbell, *Catalysis at Surfaces*. London, United Kingdom: Chapman and Hall, 1988.
- [11] NOAA. (2016, April 24, 2018). *Ferric Chloride (2 ed.)*. Available: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/8680>
- [12] R. H. Petrucci, "Kimia Dasar," ed. Jakarta: Erlangga, 1992.
- [13] A. Mantiq. (2016, 15 April 2018). *Hubungan Mol dengan Jumlah Partikel, Massa, Volume dan Molaritas*. Available: <https://bisakimia.com/2016/12/09/hubungan-mol-dengan-jumlah-partikel-massa-volume-dan-molaritas/>
- [14] A. Kovacs, "Gender in the Substance of Chemistry, Part 1: The Ideal Gas," *HYLE*, vol. 18, 2012.
- [15] K. A. Masavetas, "THE MERE CONCEPT OF AN IDEAL GAS," *Math/Comput Modelling*, vol. 12, 1988.
- [16] C. V. Raymond A. Serway, Jerry S. Faughn, *College Physics*. Belmont, USA: BROOKS/COLE CENAGE LEARNING, 2009.

- [17] L. J. Clancy, *Aerodynamics*. London: Pitman Publishing Limited, 1975.
- [18] L.-I. Wu. (2009). *Computerized tolerance analysis of disk cam mechanisms with a roller follower*.
- [19] R. Pandey. (2017). *cam types*.
- [20] N. R. Assidqi. (2012). *Rangkaian Pneumatik Sederhana*.